

Determinação da potência aeróbia através de teste específico para taekwondo

Autores

Fernando Rocha ^{1, 2}

Aldo Costa ^{1, 2}

João Brito ³

Ricardo Matias ⁴

ferdi.rocha@netcabo.pt

Resumo

A utilização de testes específicos é fundamental para a avaliação fisiológica, avaliação da performance, predição do desempenho e para orientar todo o processo de treino, desde a prescrição até a avaliação desta. Nas artes marciais (desportos de percussão) quando se pretende avaliar a aptidão cardiorrespiratória, utilizam-se protocolos generalistas para estas modalidades, recorrendo-se a ergómetros como passadeiras, bicicletas ou mesmo a corrida, situações que não refletem o gesto técnico ou o padrão motor da modalidade. O objetivo deste estudo foi estimar o VO₂ com um teste de taekwondo específico em vinte e dois atletas de elite (17 homens e 5 mulheres, 17,95 ± 4,71 anos; 1.71m ± 6.6m de altura, 61,7 kg ± 8,5 kg de peso) pertencentes à equipe nacional Portuguesa. O consumo máximo de oxigênio teve como teste critério, o teste 20 metros shuttle run de múltiplos estágios (protocolo Léger e Lambert) com analisador de gases através Cosmed K4b 2 (Cosmed TM, Itália); o teste específico para Taekwondo (TST) baseou-se num protocolo específico e progressivo também com o analisador de gases K4b 2. Registou-se o consumo máximo de oxigênio, a ventilação, frequência cardíaca de esforço e tempo de exaustão obtidos durante ambos os teste. Houve diferenças no consumo de O₂ entre o teste de vai e vem de Léger (50,5ml/kg/min) e o teste específico de taekwondo (54,5 ml/kg/min). O teste de Léger parece subestimar em 8% o VO₂máx destes atletas de taekwondo.

Palavras-chave: avaliação aeróbica; taekwondo; teste específico; predição

¹ Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto, Covilhã

² Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano. Vila Real

³ Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Desporto de Rio Maior

⁴ Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Saúde

INTRODUÇÃO

Em Portugal o Taekwondo tem tido nos últimos anos uma franca expansão em número de praticantes, infra estruturas (centro de Alto Rendimento de Gaia) resultados desportivos (atleta nos Jogos Olímpicos de 2008; Campeão Europeu 2014; quatro medalhas de ouro nos últimos jogos da Lusofonia) e em termos de formação/investigação. Numa perspetiva estrutural do jogo, o Taekwondo (competição) dura três rounds de dois minutos com um minuto entre cada round. Isto indica que as respostas biológicas em função do rácio esforço: pausa destes atletas em competição tem uma organização de 1:3 a 1:4 (Heller et al, 1998) e 1:6 a 1:9 (Matsushigue et al., 2009). As ações são intensas apenas por períodos de 3-5 segundos seguidos de períodos de baixa intensidade. Este tipo de esforço está associado a frequências cardíacas máximas, perto de 100% (Ponte et al, 2009). Grandes exigências são colocadas tanto no metabolismo aeróbio como no anaeróbio, o que sugere aos treinadores a necessidade de estruturar as sessões de treino de Taekwondo com base nas necessidades técnicas e táticas dos praticantes, mas também de uma forma que permita o condicionamento cardiovascular suficiente para a competição (Ponte et al, 2007). Glaister et al (2006) referem que em 20 séries de 5 segundos, com intervalos de descanso entre as séries de 10-30 segundos, o sistema aeróbio foi necessário para a recuperação, indiciando que os processos aeróbios também estão envolvidos na ressíntese de ATP durante todo o exercício de alta intensidade, aludindo que para atividades consideradas de natureza anaeróbica há um envolvimento significativo do sistema aeróbio para a produção de energia (Nunan, 2006). Uma boa maneira de avaliar a aptidão aeróbia de atletas de modalidades essencialmente anaeróbios é o VO₂max, no entanto, esta necessidade carrega um grande desafio: quando se trata de avaliar o consumo máximo de oxigênio, a literatura apresenta testes em cicloergómetro e passadeiras (testes de laboratório) ou testes que usam protocolos de corrida (testes de campo) e nenhum destes testes reproduzem os movimentos técnicos desta arte marcial. O objetivo deste trabalho foi elaborar um modelo de predição para um teste máximo e específico para o Taekwondo que nos irá permitir estimar a potência aeróbia.

MÉTODOS

Amostra

Amostra por conveniência, com atletas de elite do escalão juniores e séniores, recrutados a partir da equipa de combates Nacional Portuguesa. 22 indivíduos de ambos os sexos (17 homens e 5 mulheres, 17,95 ± 4,71 anos; 1,71m ± 6,6m de altura, 61,7 kg ± 8,5 kg de peso) com mais de 5 anos de experiência (cintos negros), treinam 8,7 ± 1,4 horas/semana. A licença federativa também foi verificada para atestar a ausência de qualquer impedimento para a prática do Taekwondo. Todos os indivíduos e seus responsáveis (menores 18 anos de idade) foram informados com antecedência sobre os procedimentos e assinaram um termo de consentimento informado aprovado pela Universidade da Beira Interior.

Procedimentos

Atletas avaliados em dois estágios, coincidindo com o período competitivo do planeamento para que pudessem reproduzir os testes nas suas melhores capacidades físicas. Antes dos testes, 48 horas, os indivíduos foram instruídos para abster-se de atividade física. Cada sujeito foi instruído com todos os procedimentos dos testes. No primeiro estágio avaliou-se as medidas antropométricas, seguido da potência absoluta (pontapé no saco com sensor de força), e por fim o teste de Léger. Os sujeitos realizaram o teste em pares, um com o analisador Cosmed K4b2 e outro sem analisador Cosmed K4b2. No segundo estágio, realizou-se o teste específico de Taekwondo com o Cosmed K4b 2 colocado. O teste consistiu, basicamente, num teste progressivo máximo, onde os atletas tiveram de aplicar uma sequência de técnicas num saco com o sensor por meio de um estímulo sonoro "bip". O cd com os "bips" mimetizou o cd do vai e vem (Léger).

Antropometria

A avaliação antropométrica foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Ross e Marfell-Jones (1991). A altura (cm) foi avaliada com um estadiómetro (SECA, modelo 225, Alemanha), numa escala de 0,5 cm. A Tanita (modelo TBF-200) foi usada para medir o peso (kg) e percentagem de gordura corporal. Estes parâmetros foram avaliados antes de qualquer teste de desempenho físico. Os participantes foram testados vestindo apenas calções e t-shirt (sapatos foram removidos).

Potência aeróbia

O teste máximo de 20m shuttle run (SRT ou vai e vem) foi aplicado a todos os atletas como preditor da potência aeróbica (Leger e Lambert, 1982). Para o cálculo do VO₂, medição indireta, utilizou-se as equações já publicadas para este teste (Léger et al, 1988). Para o teste específico Taekwondo (TST), os atletas utilizaram o sistema Cosmed K4b 2. O protocolo foi constituído como no teste Léger, várias fases, começando com a primeira com uma duração de 100 segundos, e uma frequência de 6 técnicas conforme mostrado na Tabela1. Este teste foi baseado num protocolo específico, usado por Sant'Ana et al (2009) mas neste estudo, utilizou-se o Cosmed K4b 2 e o saco de boxe tinha um sensor de força (Mega-Strike, IMPTEC, Reino Unido) na altura do umbigo do atleta, assim, a energia aplicada pela técnica "Bandal Chagui" (técnicapontapé) foi registada. Os atletas tinham de desferir a técnica com a maior potência possível.

Foram utilizados os critérios descritos na literatura, Howley et al (1995) para o VO₂ máx, e os seguintes para determinar o fim do teste: não conseguir acompanhar a frequência dos pontapés (determinado pelo bip); não chegar a altura previamente estipulada e marcada com o sensor de escudo; exaustão voluntária e valores de potência/técnica muito baixos.

Estatística

Para todos os testes estatísticos foi utilizado o software SPSS v20. Foi realizada a análise descritiva das variáveis. Os resultados foram apresentados de acordo com a média e desvio padrão. Para comparar o consumo de oxigénio foi utilizado o coeficiente de correlação (r) e teste t de Student para verificar a significância da associação. Uma análise de variância de

medidas repetidas foi aplicada a fim de verificar se existe uma diferença no consumo de oxigênio nos três testes diferentes (TST, Léger simples e Léger com k4).

Tabela 1 – Desenho do teste progressivo e específico para Taekwondo.

Estágio	Duração (segundos)	Duração cumulativa e ajustado (segundos)	Técnica de correspondência de frequência para cada estágio do teste
1	100	100	6
2	84	180	10
3	77,1	260	14
4	73,3	330	18
5	70,9	405	22
6	69,2	470	26
7	68,0	540	30
8	67,1	605	34
9	66,3	675	38
10	65,7	740	42
11	65,2	805	46
12	64,8	870	50

Source: Sant'Ana, J.; Silva, J.F.; Guglielmo, L.G.A. (2009).

Utilizou-se o software IBM Amos v20 para aplicar a análise de equações estruturais na regressão múltipla univariada para obtenção do modelo ajustado do consumo máximo de VO₂ no TST. Diferenças significativas foram estabelecidas em $p < 0,05$.

Resultados

Considerando-se a análise de variância de medidas repetidas, houve diferenças no consumo máximo de oxigênio entre TST (54,5 ml/kg/min) e o teste de Léger simples (50,3ml/kg/min) para $p = 0,04$. Comparando a média do consumo máximo de oxigênio entre o TST e o Léger simples utilizando o teste *t*, obteve-se um nível de significância de 0,002 e 0,826 mostrando que essa correlação é significativa com uma forte associação linear positiva entre os dois testes. A diferença no consumo de oxigênio entre os mesmos dois testes, um valor de 4,21ml/kg/min (cerca de 8%) é significativa.

A tabela a seguir mostra a correlação e significância entre outras variáveis entre TST e teste de Léger.

A duração do teste, o tempo necessário para se atingir o VO₂máx e o VE, apesar de não significativos, são as variáveis que apresentam uma correlação mais forte. O modelo ajustado ao consumo de VO₂ em função do tempo de teste, género e peso, explica 66% da variabilidade do VO₂máx observado nesta amostra. A trajetória VO₂máxTST → género (β VO₂máxTST. género=0,732; $p < 0,001$) e a trajetória VO₂máxTST → peso (β VO₂máxTST.

peso= -0,231; $p < 0,1$, p-value de 0,8) são significativas. Já a trajetória $VO_{2max}TST \rightarrow$ tempo de teste ($\beta VO_{2max}TST$. tempo de teste= 0,08; $p=0,55$) não é significativa assim como a correlação entre os preditores tempo de teste \leftrightarrow peso ($r=-0,31$, $p=0,180$), género \leftrightarrow peso ($r=-0,9$, $p=0,687$) e tempo de teste \leftrightarrow género ($r=0,23$, $p=0,312$). A figura 1 apresenta o modelo com as estimativas estandardizadas dos coeficientes de regressão do modelo e da variabilidade do consumo de O_2 explicada.

Tabela 2 – Caracterização da amostra segundo médias, desvio padrão, máximos e mínimos e normalidade.

Variable	Mean \pm SD	Minimum	Maximum	Shapiro-Wilk
Age	17.95 \pm 4.8	15	32	0,000
Height (cm)	170.6 \pm 6.6	160	185	0.324
Weight (kg)	61.7 \pm 9.6	48.1	78.6	0.137
% Body mass	15.6 \pm 8.6	4.7	35.8	
VO_{2max} TST with k4 (ml/kg/min)	54.5 \pm 9.5	34.7	68.7	0.437
VO_{2max} simple Léger (ml/kg/min)	50.3 \pm 6.4	38.6	59.6	0.055
VO_{2max} Léger with K4 (ml/kg/min)	52.2 \pm 6.5	43.4	63.3	0.916
Time for VO_{2max} TST (seconds)	457.3 \pm 93.2	270	655	0.931
Time for VO_{2max} Léger (seconds)	521.6 \pm 130.4	320	693	0.70
HR from VO_{2max} TST (beats/min)	190.8 \pm 7.5	170	201	0.001
HR from VO_{2max} Léger (beats/min)	190.7 \pm 15.7	168	212	0.395
Test time TST (seconds)	556.7 \pm 67	430	690	0.937
Test time Léger (seconds)	579.7 \pm 112	390	763	0.249
Final HR TST (beats/min)	194.7 \pm 4.6	182	202	0.297
Final HR Léger (beats/min)	194.7 \pm 6.1	181	205	0.229
R for TST (respiratory quotient) (---)	0.99 \pm 0.02	0.86	1.09	0.350
R for Léger (respiratory quotient) (--)	1.02 \pm 0.26	0.82	1.08	0.001
VE for TST (expiratory volume) (l/min)	80.4 \pm 5.52	47.09	108.81	0.383
EV for Léger (expiratory volume) (l/min)	79.18 \pm 4.73	62,42	106.06	0.372

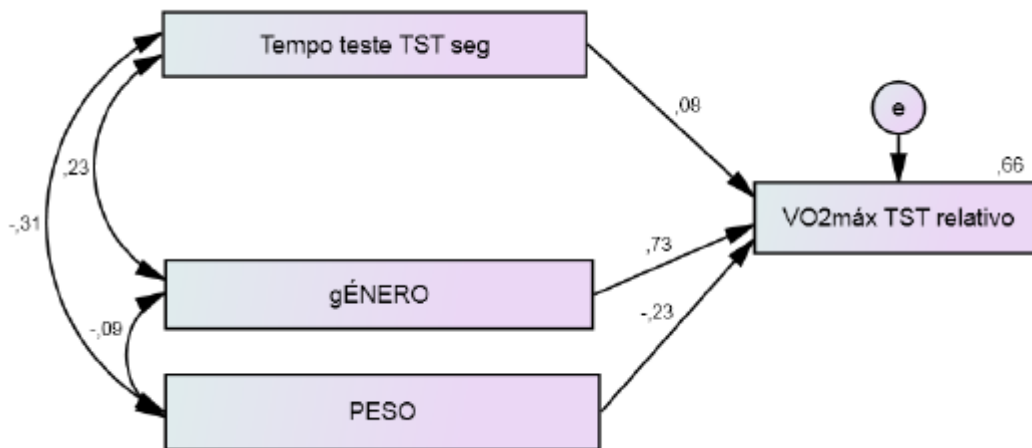
Tabela 3 – Teste T-student para a significancia e teste de pearson para a correlação entre TST e Léger para: tempo do VO₂máx, FC do for VO₂máx, duração dos testes, FC esforço, R (quociente respiratório) e VE (volume expiratório).

	TST /Teste Léger	
	Correlação	Significância (valor p)
Tempo para VO ₂ máx	0 .54	0 .59
HR de VO ₂ máx ^{a)}	- 0.29	0 .79
Duração do teste	0 .52	0 .27
teste máxHR	0 .23	0 .30
R ^{a)}	0,12	0,26
VE	0,63	0,44

Significância $p < 0,05$.

a) Teste de Wilcoxon para a significância e teste de Spearman para a correlação, porque as variáveis seguem uma distribuição de não normalidade ($p = 0,001$).

Figura 1 – Modelo de regressão linear múltipla entre o VO₂máx TST e o tempo de teste, género e peso em 22 atletas de elite da modalidade de Taekwondo.



DISCUSSÃO

Os testes utilizados neste trabalho, permitem perceber que quando se utiliza protocolos de avaliação generalistas para o consumo de O₂ que não reproduzem os gestos técnicos da modalidade os valores de VO₂máx podem ser subestimados, neste caso em 8%. Essa discrepância é perceptível mesmo na ausência de diferenças (entre TST e Léger) nas

variáveis que estão intimamente relacionadas com o consumo de O₂ (VE, FC esforço, R). Os valores médios das variáveis referidas anteriormente quando comparados com outros estudos, por exemplo Heller et al onde o teste utilizado não é específico, refere valores de 183±6 bat/min para a FC; 90,4±8,9 L/min para o VE e um VO₂máx de 53,4±4,4 ml/kg/min. O TST apresenta para FC 195±5 bat/min; 80,4±5,5 L/min para o VE e 54,5±9,5 ml/kg/min para o VO₂máx. É de referir que os valores de Heller são os observados para sujeitos do género masculino (n=11) e que os valores de TST têm uma amostra mista. Não obstante essa situação, podemos constatar alguns dados interessantes que se prendem com o facto de o TST apresentar valores superiores de VO₂ e de frequência cardíaca, porém, o VE é inferior cerca de 10 L/min.

Aplicações práticas

A utilização de testes específicos para a avaliação do consumo de O₂, que é uma variável que no âmbito do exercício físico e desporto num contexto de determinação do potencial de performance, para a prescrição da intensidade de treino, para avaliar os efeitos do treino e estabelecer causas para a intolerância ao exercício é fundamental. O TST em termos de tempo, eficiência de custos e material permite que um treinador avalie os seus atletas apenas necessitando de um saco de boxe e o cd com o protocolo, permitindo que os mesmos se sintam à vontade com o gesto motor que permite avaliar a variável fisiológica que é o consumo de O₂.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almansba, R.; Franchini, E.; Sterkowicz, S. (2007). An Uchi-komi with load, a physiological approach of new special judo test proposal. *Science and Sports*, 22, 216-223.
2. Bridge, C.A.; Jones, M.A.; Hitchen, P.; Sanchez, X. (2007). Heart rate responses to Taekwondo training in experienced practitioners. *Journal of Strength and Conditioning Resistance*, 21(3), 718-723.
3. Bridge, C.A.; Jones, M.A.; Drust, B. (2009). Physiological Responses and perceived exertion during international Taekwondo competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance, Human Kinetics*, 4, 485-493.
4. Cetin, C.; Kececi, A.D.; Erdogan, A.; Baydar, M.L. (2009). Influence of custom-made mouth guards on strength, speed and anaerobic performance of taekwondo athletes. *Dental Traumatology*, 25(3), 272-276.
5. Cooke, S.R.; Patersen, S.R.; Quinney, H.A.(1997). The influence of maximal aerobic power on recovery of skeletal muscle following aerobic exercise. *European Journal of Physiology*, 75, 512-519.
6. Consulted at <http://link.springer.com/article/10.1007/s004210050197> in 19-01-2014.
7. Cochran, S. (2001). *Complete Conditioning for Martial Art*. Edited by Kim Thoren and John Wentworth: Human Kinetics, 2-3.
8. Del Vecchio F.B.; Franchini E.; Del Vecchio A.H.M.; Pieter W.(2011). Energy absorbed by electronic body protectors from kicks in a Taekwondo competition. *Biology of Sport*, 25, 75-78.

9. Fleck, S.J.; Kraemer, W.J. (1997). Designing resistance training programs. 2nd edition Champaign, IL: Human Kinetics.
10. Franchini, E.; Takito, M.Y.; Del Vecchio F.B.(2010). Proposição da avaliação para atletas de judo. In: Franchini, E.; Del Vecchio F.B.(2011).Estudos em modalidades esportivas de combate: estado da arte. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte, 25, 67-81.
11. Franchini, E.; Del Vecchio F.B.(2011).Estudos em modalidades esportivas de combate: estado da arte. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte, 25, 67-81.
12. Glaister, M.; Stone, M.H.; Stewart, A.M.; Hughes, M.G.; Moir, G.L. (2006).Aerobic and anaerobic correlates of multiple sprint cycling performance. Journal of Strength and Conditioning Research, 20(4),792-798.
13. Howley, E.T.; Bassett Jr., D.R.; Welch. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. Medicine and Science in Sports and Exercise, 27(9), 1292-1301.
14. Heller, J.; Peic, T.; Dlouha, R.; Kohlikova, E.; Melichna, J.; Novakova, H.(1998) Physiological profiles of male and female Taekwondo (ITF) black belts. Journal of Sports Science, 16(3), 243-249.
15. Kim, K. P. (1998). A study on development upon the age and globalization of Korea Taekwondo. Korea U. Sports Science, 7, 21-38.
16. Kim, Y. (2002). Effect of practice on pattern changes: Round house kick in Taekwondo. Thesis for the degree of Master of Science in the Texas Christian University.
17. Léger, L. A.; Lambert, J.(1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict $\dot{V}O_2$ max. European Journal of Applied Physiology, 49, 01-12.
18. Laurent JR, C.M.; Meyers, M.C.; Robinson, C.A.; Green, J.M. (2007). Cross-validation of the 20-versus 30-s Wingate anaerobic test. European Journal of Applied Physiology,100(6), 645-651.
19. Lin, Z.P.; Cynthia, E.R. (2008). The study of physiological factors and performance in welterweight Taekwondo athletes. The Sport Journal, ISSN: 1543-9518,
20. Lin, G.Y.; Kuo, Y.A.(2000). Maximum oxygen uptake, blood lactate and serum LDH activity of Taekwon-Do athletes before and after competition. China Sports Technology, 36.
21. Matsushigue, K.A.; Hartmann, K.; Franchini, E.(2009). Taekwondo: physiological responses and match analysis. Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign, 23(4),1112-1117.
22. Melhim, A.F.(2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of Taekwondo. British Journal of Sports Medicine. 35(4):231-234.
23. Nunan, D. (2006). Development of a sports specific aerobic capacity test for karate – a pilot study. Journal of Sports Science and Medicine, 47-53.
24. Pieter, W. (1991). Performance Characteristics of Elite Taekwondo Athletes. Korean Journal of Sports Sciences,3, 94-117.
25. Sant´Ana, J.; Silva, J.F.; Guglielmo, L.G.A. (2009). Variáveis fisiológicas identificadas em teste progressivo específico para Taekwondo. Motriz, Rio Claro, 15(3), 611-620.
26. Thompson, W.R.; Vinuesa, C. (1991). Physiologic profile of Tae Kwon Do black belts. Sports Medicine Training and Rehabilitation, 3,49–53.
27. Zar, A.; Gilani, A.; Ebrahim, K.H.; Gorbani, M.H. (2008). A survey of the physical fitness of the male Taekwondo athletes of the Iranian National team. Physical Education and Sport, 6(1), 21-29.